

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

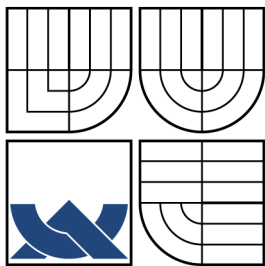
TESTER PRO VÝSTUPNÍ KONTROLU SPOUŠTĚČE SPLACHOVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

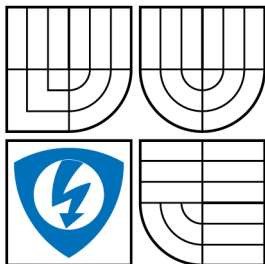
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAROMÍR AMBROŽ

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

TESTER PRO VÝSTUPNÍ KONTROLU SPOUŠTĚČE SPLACHOVÁNÍ FLUSH CONTROLLER TESTER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAROMÍR AMBROŽ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL PAVLÍK, Ph.D.

BRNO 2013



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav mikroelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Jaromír Ambrož

ID: 133368

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

Tester pro výstupní kontrolu spouštěče splachování

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte systém pro poloautomatické testování řídicí jednotky inteligentního pisoárového splachovače. Systém bude obsahovat vestavěný mikrokontrolér. Pro účely vedení statistik bude systém komunikovat s osobním počítačem.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 11.2.2013

Termín odevzdání: 6.6.2013

Vedoucí práce: Ing. Michal Pavlík, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Tato práce se teoreticky zabývá základními funkcemi optických senzorů pro sanitární elektroniku a jejich sledovanými parametry. Na základě teoretických poznatků bylo úkolem navrhnout poloautomatické měřicí pracoviště pro měření těchto senzorů.

KLÍČOVÁ SLOVA

optický senzor, sanitární elektronika, optozávora, mikrokontrolér, splachování

ABSTRACT

This thesis theoretically deals with basic functions of optic based sensors for sanitary electronic and parameters which are necessary to measure. Then the aim of this project is development of machine for automatic measurement.

KEYWORDS

sanitary electronic, optical sensor, microcontroller, flushing

AMBROŽ, Jaromír *Tester pro výstupní kontrolu spouštěče splachování*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav Mikroelektroniky, 2013. 46 s. Vedoucí práce byl Ing. Michal Pavlík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Tester pro výstupní kontrolu spouštěče splachování“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu semestrální práce panu Ing. Michalu Pavlíkovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. Rovněž bych rád poděkoval Ing. Karlu Morávkovi, Milanu Rolerovi a Jakubu Koudelkovi z firmy SEAL ELECTRONIC s.r.o za odborné konzultace a podněty k práci.

Brno

.....

(podpis autora)

OBSAH

Úvod	10
1 Teoretický rozbor	11
2 Funkce optických senzorů	13
2.1 Analogová část	14
2.1.1 Napájecí obvod	14
2.1.2 Vysílací a přijímací optoprvky	15
2.1.3 Spínací prvky pro elektromagnetický ventil	16
2.2 Digitální část	17
3 Měřené parametry	19
3.1 Měření dosahu	19
3.2 Měření odebíraného proudu	20
3.3 Měření ventilových impulzů	20
3.4 Měření poklesu napětí	21
4 Návrh automatizovaného zařízení pro měření optický senzorů	22
4.1 Měřicí deska	23
4.2 Deska ovládání krokových motorů	30
4.3 Deska pro detekci vzdálenosti	31
4.4 Nastavení nulové polohy krokového motoru	33
4.5 Komunikace	33
4.6 Softwarové řešení	34
4.6.1 Měřicí deska - software	34
4.6.2 Optická závora - software	36
4.6.3 Uživatelské rozhraní	37
4.7 Mechanické řešení	39
5 Závěr	43
Literatura	44

Seznam symbolů, veličin a zkratk	45
Seznam příloh	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Blokové schéma	11
1.2	Optický senzor	12
1.3	DPS spodní strana	12
1.4	DPS horní strana	12
2.1	Napájecí obvod	14
2.2	Přijímací obvod	15
2.3	Vysílací obvod	16
2.4	Obvod pro spínání ventilu (H-můstek)	17
2.5	Digitální část	18
4.1	Blokové schéma	22
4.2	Napájecí obvod	23
4.3	Zesilovač úbytku napětí na R48 a R15	24
4.4	Zapojení pro měření proudu	25
4.5	H-můstek pro změnu polarity	26
4.6	Měření šířky impulzů	27
4.7	proudové posílení výstupu D/A převodníku	28
4.8	D/A převodní AD5504	28
4.9	Spínání elektromagnetického ventilu	29
4.10	Komunikace	29
4.11	DPS strana SMD součástek	30
4.12	Výsledný vzhled desky pro ovládání krokových motorů	31
4.13	DPS horní strana	32
4.14	DPS horní strana	33
4.15	a)Uživatelské rozhraní b)Nastavení	39
4.16	a)Podepřená tyč b)Lineární pojez	40
4.17	a)Plastové kazety b)Rozeta a řemenice	40
4.18	a)Krokový motor pohonu b)Krokový motor elevace	41
4.19	Model mechanické části	41
4.20	a)běžný režim b)automatický režim	42

4.21 Realizace posuvu	42
---------------------------------	----

ÚVOD

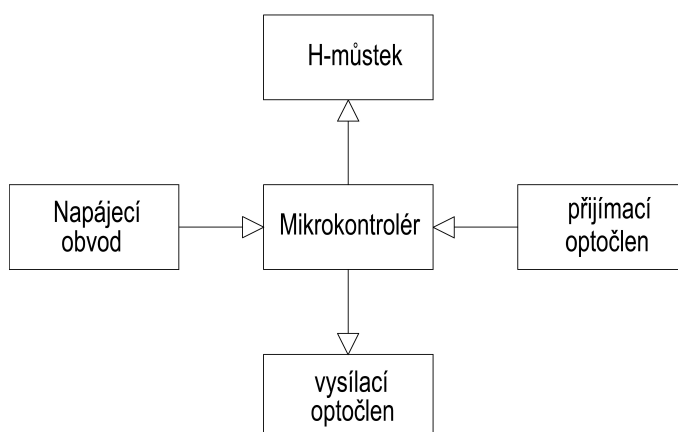
V době kdy konkurenceschopnost na trhu závisí na kvalitě a ceně daného výrobku, se stále častěji do výrobních procesů zařazují automatizovaná zařízení, která eliminují nezanedbatelný lidský faktor, zvyšují rychlost a efektivitu provozu a mohou se výrazně projevit na výsledné ceně produktu. Ke stejné úvaze došla i firma SEAL ELECTRONIC s.r.o., s kterou již delší dobu spolupracuji. Byl jsem osloven zda bych s její podporou a podporou školy navrhl a sestrojil univerzální poloautomatické zařízení, provádějící stoprocentní výstupní kontrolu optických senzorů využívaných v sanitární elektronice. Toto zařízení by mělo umožnit snažší dohledatelnost stavu a případných změn nastavení jednotlivých parametrů, snažší kvantifikovatelnost poruch, evidenci změn uvedených pod výrobním číslem a v neposlední řadě snížení doby měření a počtu osob nutných k provádění této operace.

1 TEORETICKÝ ROZBOR

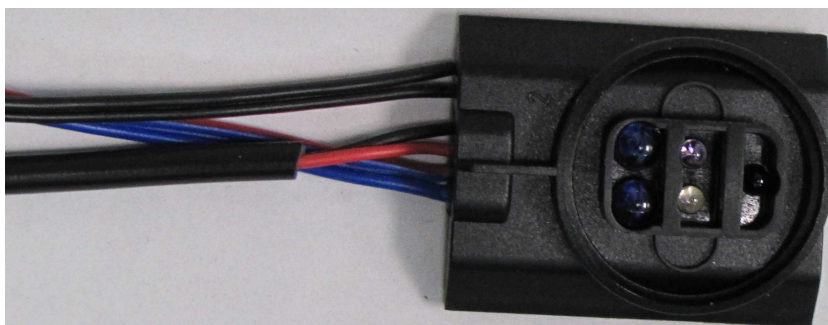
Jak již bylo zmíněno v úvodu, tato práce se zabývá funkcemi optických senzorů pro sanitární elektroniku a jejich měřením. Měření v dnešní době probíhají ručně. Veškerá měření provádí pracovník s pomocí elektronického přípravku, ke kterému je senzor připojen. Ten zobrazuje jednotlivé měřené veličiny, jako je odebíraný proud nebo šířky spínacích impulsů elektromagnetického ventilu.

Tato měření se provádí jako mezioperační a výstupní kontrola u každého vyrobeného optického senzoru, měřené parametry se liší pouze dle typu senzoru. Zda se jedná o sprchu, WC nebo umyvadlo, bateriovou nebo síťovou verzi napájenou ze síťového zdroje. V závislosti na těchto parametrech se liší i doba nutná ke změření jednoho kusu.

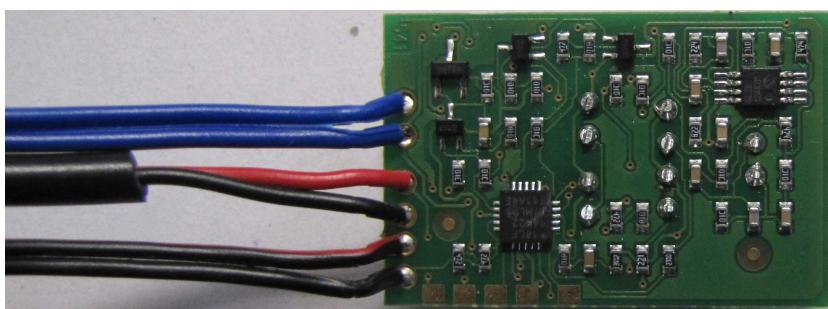
Příklad optického senzoru je uveden na následujících obrázcích 1.2,1.3,1.4 a jeho funkci popisuje blokové schéma na obr. 1.1



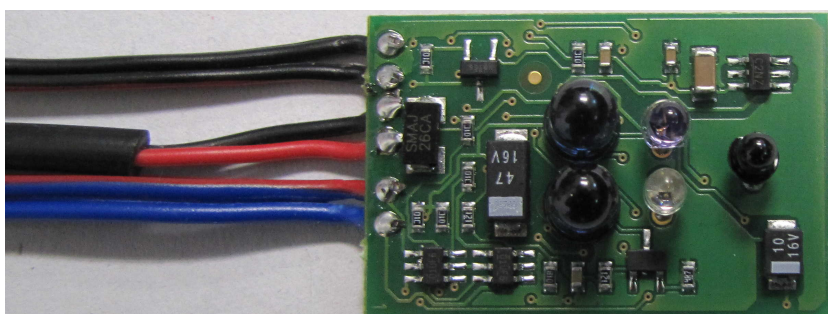
Obr. 1.1: Blokové schéma



Obr. 1.2: Optický senzor



Obr. 1.3: DPS spodní strana



Obr. 1.4: DPS horní strana

2 FUNKCE OPTICKÝCH SENZORŮ

Tato kapitola popisuje základní elektrické zapojení, funkce a parametry optických senzorů, na které je nutné se při výstupní kontrole zaměřit. V sanitární elektrotechnice se využívá více způsobů detekce osoby, tato práce se zabývá pouze optickým způsobem, tudíž bude popsán pouze ten.

Tento způsob je založen na principu odrazu infračerveného záření vyslaného infračervenou diodou, od osoby zpět do senzoru, kde je tento svazek detekován fotodiodou popřípadě fototranzistorem. Z důvodu dosažení požadované citlivosti se využívá impulzní režim, který umožní dosáhnout velkého okamžitého výkonu vysílací IR (infračervená z anglického InfraRed) diody.

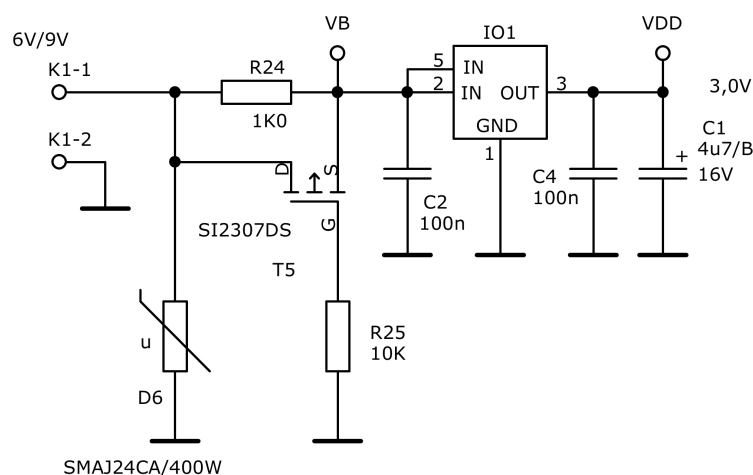
Tento typ senzorů se skládá z analogové a digitální části. Analogová část se skládá z obvodů s přijímacími diodami, vysílacími diodami, obvody pro spínání elektromagnetického ventilu a definovaným napájecím obvodem, který se liší dle toho, zda je senzor napájen baterií nebo zdrojem typu SELV (bezpečné malé napětí z anglického Safety Extra Low Voltage). Digitální část zastupují obvody mikrokontroléru PIC firmy Microchip. Tento obvod generuje požadovaný signál pro vysílací IR diody, zpracování signálu přijatého fotodiodami. Jeho program umožňuje dodatečné nastavení jednotlivých parametrů, jako je citlivost, doba sepnutí elektromagnetického ventilu, dezinfekční splachování, nebo volbu mezi jednotlivými funkcemi tzn. pisoár, sprcha nebo záchod. Kompletní schéma obvodu je uvedeno v příloze A. V příloze F je uveden výtah z technické specifikace senzoru.

2.1 Analogová část

Analogová část optických senzorů zabírá většinu plochy DPS (Deska Plošných Spojů), protože musí plnit tyto následující funkce: zpracovává a stabilizuje napájecí napětí, zesiluje signály generované mikrokontrolérem pro buzení IR diod a spínání elektromagnetického ventilu a přijímá a zesiluje signály přijaté fotodiodami. Tyto jednotlivé bloky, jsou popsány podrobněji v následujících kapitolách.

2.1.1 Napájecí obvod

V případě produktů firmy SEAL ELECTRONIC se obvody liší v závislosti na typu napájení. Využívá se napájení typu SELV, tedy 24 V nebo 12 V DC, nebo napájení bateriové, 9 V nebo 6 V [4]. I přes různé napájení napětí mají tyto obvody mnoho společného. Z důvodu ochrany proti přepólování, je na vstupu umístěn diodový můstek nebo unipolární tranzistor s ochrannou diodou, která chrání tranzistor a senzor před poškozením při neodborném zapojení a přepólování. Dalším důležitým prvkem je stabilizátor napětí zajišťující konstantní napětí na výstupu i při přiložení vyššího napětí. Jedná se o obvod MC78LC33 s výstupním napětím 3,3 V. Důležitým parametrem je vlastní spotřeba (quiescent current) stabilizátoru (typ. $< 2 \mu\text{A}$) Celé obvodové řešení je na obrázku 2.1.



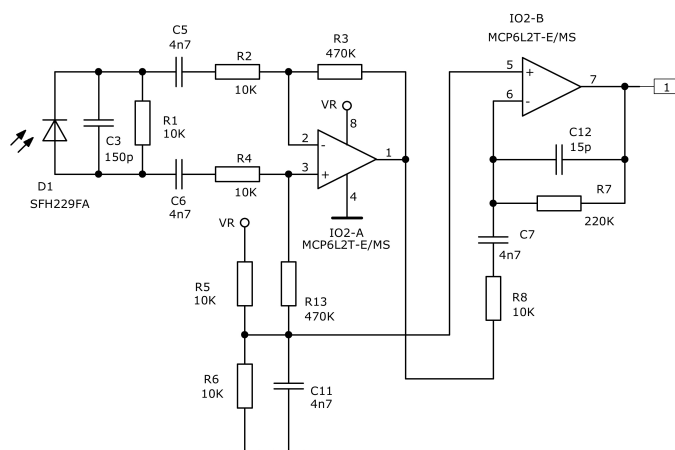
Obr. 2.1: Napájecí obvod

2.1.2 Vysílací a přijímací optoprvky

Pro detekci osob jsou u těchto senzorů, využity IR diody vysílající pulzní signál v infračerveném spektru, 940 nm, který se od překážky odrazí a je přijat fotodiodou umístěnou v přední části senzoru.

Z důvodu nízké úrovně přijatého signálu, musí být optočleny doplněny o operační zesilovače, které slouží k jeho zesílení. Zapojení je uvedeno na obrázku 2.2. Další částí jsou obvody sloužící ke spínání velkého impulzního proudu protékajícího vysílací diodou. Například pomocí tranzistorového spínače, jak je uvedeno na obrázku 2.3. Vysílaný signál má tvar trsu impulzů délky 10 μ s. Trs samotný má délku proměnnou v rozsahu 0,5 - 5 ms. Rezistor R12 slouží k nastavení maximálního vysílacího výkonu v závislosti na typu senzoru. Pro velký dosah (např. pisoár) je typická hodnota 2,2 Ω pro malý dosah (např. umyvadlo) je typická hodnota 12 Ω .

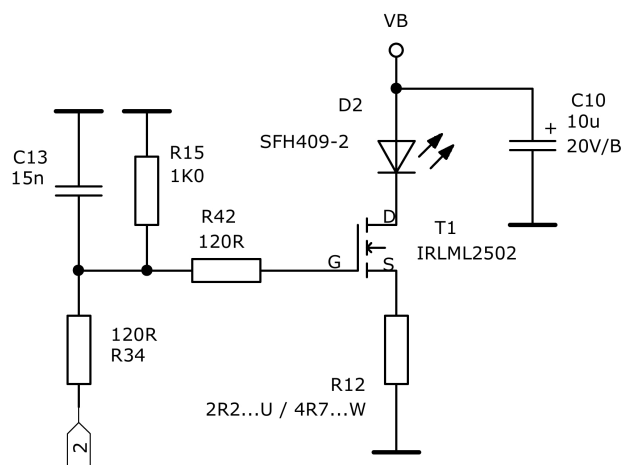
Z výše uvedených informací vyplývají vysoké nároky na návrh DPS. Za hlavní důvod je považována skutečnost, že proudy tekoucí vysílací diodou se pohybují v řádech ampérů, v diodě přijímací se jedná o proudy řádově mikroampérové. Je tedy nutné tyto dva obvody od sebe na DPS důsledně oddělit, jinak by mohlo docházet k indukci přeslechů v přijímacích obvodech v důsledku velkých proudových impulsů, a tím k výsledné dysfunkci celého zařízení.



Obr. 2.2: Přijímací obvod

Výstupy na obrázku:

- 1 - výstup operačního zesilovače je připojen na vstup mikrokontroléru



Obr. 2.3: Vysílací obvod

Výstupy na obrázku:

2 - připojeno na vstup mikrokontroléru

2.1.3 Spínací prvky pro elektromagnetický ventil

Posledním analogovým blokem jsou obvody pro silové spínání elektromagnetického ventilu, který nahrazuje ruční manipulaci s vodovodní baterií nebo pisoárem. Princip je obdobný u jednotlivých zařízení, nezáleží na tom, zda se jedná o sprchu či pisoár.

Pro tyto účely se využívají bistabilní elektromagnetické ventily. Pro sepnutí ventilu je nutné přivést na cívku ventilu napěťový impulz dané délky a polarity. Pro vypnutí ventilu se přivede impulz stejné délky, ale opačné polarity. Typ. délka pulsu je 15 - 25 ms, podle typu ventilu [4]. Perioda tohoto signálu, neboli doba mezi těmito impulzy, určuje například délku spláchnutí. Parametry tohoto signálu jsou továrně nastaveny v software senzoru, ale je možné je v závislosti na typu použití upravit a to bez nutnosti mechanického zásahu.

Elektromagnetický ventil je řízen mikrokontrolérem, ten však k jeho sepnutí nestačí, z důvodu proudového omezení, proto jsou jeho výstupy proudově posíleny. Z důvodu uvedeného výše se pro spínání bistabilního ventilu používá H-můstek. Jeho zapojení je zobrazeno na obrázku 2.4.



3,4 - ovládání elektromagnetického ventilu připojeno k mikrokontroléru

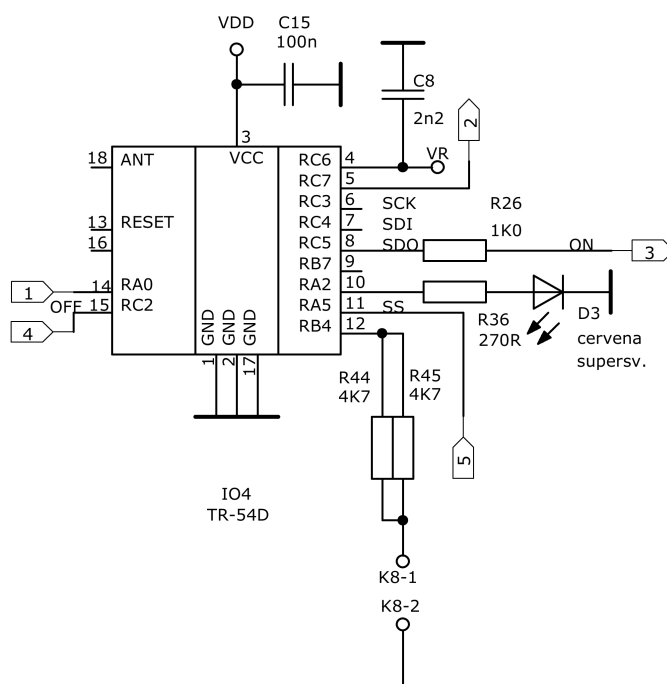
5 - měření poklesu napájecího napětí připojeno k mikrokontroléru

2.2 Digitální část

Každý senzor automatického splachování je řízen mikroprocesorem, který umožňuje výrazné zjednodušení výsledného obvodového řešení. Firma SEAL ELECTRONIC využívá produkty firmy Microchip, mikrokontroléry PIC.

Mikrokontrolér zajišťuje generování pulzních signálů pro elektromagnetický ventil a IR diody a zpracování signálu přijatého fotodiodami. Z hlediska softwaru, umožňuje dodatečné nastavení citlivosti, změnu výsledné funkce, zda se bude jednat například o umyvadlo nebo pisoár, nastavení doby splachování nebo intervalu mezi jednotlivými sanitárními spláchnutími. Všechny použité mikrokontroléry disponují funkcí ICSP (programování v obvodu z anglického In Circuit Serial Programming), která umožňuje, naprogramování a přeprogramování procesoru zapájeného v obvodu na DPS, tudíž není například nutná jeho demontáž. Proto je na DPS umístěna pětice plošek, k tomuto účelu určených. Tato část zapojení je na obr. 2.5

Softwarovou změnou citlivosti se rozumí proces, při kterém se mění šířky pulzů vysílací IR diody, mění se střída výsledného signálu, s rostoucí šířkou pulzu roste



Obr. 2.5: Digitální část

Výstupy na obrázku:

- 1 - vstup přijímacího obvodu
- 2 - výstup pro vysílací obvod
- 3,4 - ovládání elektromagnetického ventilu
- 5 - měření poklesu napětí

3 MĚŘENÉ PARAMETRY

Měřené parametry závisí na typu senzoru, tzn. zda se jedná o senzor napájený pomocí baterií nebo síťového zdroje SELV, kolik funkcí může daný senzor zastávat nebo dle specifických požadavků zákazníka, kterému je dodán.

Jednotlivé parametry jsou měřeny připojením senzoru k měřicímu přípravku, který na displeji zobrazuje výsledky měření. Mezi měřené parametry patří například odebíraný proud nebo délka spínacích pulzů elektromagnetického ventilu. Jednotlivé měřené veličiny budou postupně popsány dále.

3.1 Měření dosahu

Jedním ze základních měřených parametrů je dosah, neboli vzdálenost, na kterou je senzor schopný detekce předmětu. Měření se provádí u všech typů, liší se pouze rozsahem vzdáleností, ve kterém zařízení musí být schopno detekce. Vzdálenost je dána interní normou pro každý typ v závislosti na funkci, zda se jedná o umyvadlovou baterii nebo pisoár a podobně.

Měření probíhá za umístění senzoru do stabilního držáku a připojením napájení. Měření se provádí na matné podložce, z důvodu eliminace odrazů od okolního prostředí a tím zkreslení výsledků. Testování vzdálenosti se provádí přibližováním normovaného odrazného terče KODAK Gray Card o velikost 20x25 cm a s 19% odrazivostí, ze vzdálenosti, pro senzor nedetekovatelné [3]. Při zaznamenání překážky se v senzoru rozsvítí LED (svítivá dioda z anglického Light Emitting Diode). Obsluha zkontroluje detekovanou vzdálenost a popřípadě zvýší nebo sníží citlivost pomocí dálkového ovladače k tomu určeného. Jedná se o úpravu softwarovou, změnu šířku budících pulzů IR diody. V krajních případech je možné zaměnit i rezistor v budícím obvodu. Měřicí přípravek se využívá pouze jako napájecí zdroj.

3.2 Měření odebíraného proudu

V dnešní době se výrobci mobilních zařízení snaží snížit spotřebu na minimum a není tomu jinak i v tomto odvětví, zejména z důvodu častého napájení pomocí baterií. Tato zařízení by měla zaručovat nejen nízkou spotřebu vody, ale také i elektrické energie. Proto je toto měření velice důležité nejen pro kontrolu správné funkce, ale také ukazatelem kam by se mohl ubírat další vývoj.

Měření probíhá pomocí zmíněného přípravku, který nejen zobrazuje naměřený proud, ale také umožňuje detekci zkratu nebo správné polaroty napájecího napětí, čehož je využíváno při kontrole správné funkce obvodu zabráňujícího poškození při nesprávném zapojení. Při správné polaritě se odebíraný proud pohybuje v desítkách mikroampérů, narozdíl od proudu při nesprávné polaritě pohybujícího se v jednotkách až desítkách miliampérů. Proud se také liší dle toho, zda je daný typ určen pro bateriové nebo síťové napájení.

3.3 Měření ventilových impulzů

Jak už bylo uvedeno v předcházející kapitole, jsou místo klasických mechanických ventilů, použity ventily elektromagnetické bistabilní. Ty vyžadují pro své sepnutí a následné rozepnutí dva po sobě jdoucí impulzy, jejichž perioda určuje například dobu spláchnutí.

Měření probíhá přibližováním terče do vzdálenosti, kde ho senzor zaznamená. Po deseti vteřinách by mělo dojít k sepnutí ventilu, který je připojen k přípravku jako zátěž. Pracovník odejme terč, následně by senzor měl po době, závislé na funkci, vyslat vypínací impulz. Přípravek automaticky změří šířky těchto pulzů a hodnoty vysvítí na displej, pracovník pouze porovná hodnoty s interní normou, která udává rozmezí, kde by se šířka jednotlivých impulzů měla nacházet. V případě, že se šířka impulzů neshoduje, je možné ji softwarově upravit.

3.4 Měření poklesu napětí

Měření poklesu napětí se využívá pouze u typů, které jsou určeny pro bateriové napájení, aby byl uživatel upozorněn na nízký stav baterie a mohla proběhnout její výměna.

Funkce spočívá v přivedení krátkého impulsu cca. $20\ \mu\text{s}$ na H-místek spínající elektromagnetický ventil. Tento čas není dostatečný k sepnutí ventilu, ale připojí k procesoru napěťový dělič z rezistorů R16 a R17. Toto napětí je mikroprocesorem vzorkováno a vyhodnocováno. V případě nízkého stavu baterie mikroprocesor rozsvítí červenou LED diodu umístěnou na přední straně senzoru. Zapojení je uvedeno na obrázku 2.4.

Toto měření probíhá obdobně, jako u předchozích kroků, pomocí přípravku, který přivede místo 9 V napětí 7,25 V s přesností 0,2 V [3]. Pokud LED trvale bliká, je vše v pořádku.

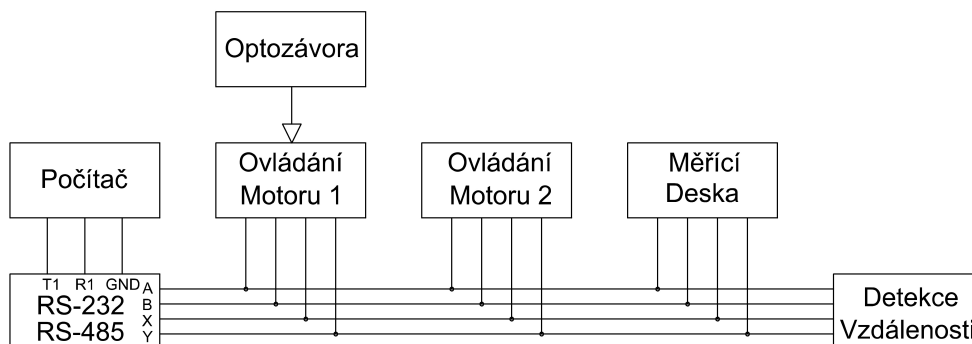
4 NÁVRH AUTOMATIZOVANÉHO ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ OPTICKÝ SENZORŮ

Z ekonomického hlediska mnoho současných provozů stále častěji integruje do svých výrobních procesů automatizovaná zařízení, za účelem snížení časové náročnosti výroby, nákladů nebo koncentrace možných defektů.

Jak již bylo uvedeno v kapitole měřené parametry, měření většího množství takových zařízení je časově náročné, proto bylo rozhodnuto tyto operace automatizovat. I přesto, že se bude jedna o automatizované měření, je počítáno s obsluhou, která bude pouze měnit jednotlivé kusy v zařízení popřípadě zprostředkovávat jejich mechanickou opravu.

Se znalostí všech potřebných indicií jako je obvodové řešení optických senzorů nebo měřené veličiny, je možné přistoupit k popisu samotného návrhu již zmíněného zařízení.

V této práci je stanoven cíl, kompletně zmapovat obvodové a mechanické řešení celého měřicího systému. Návrh je rozdělen do jednotlivých kapitol, dle funkčních bloků, jak je možno vidět na přiloženém blokovém schématu, obr. 4.1. Pro návrh byly použity již hotové komponenty, jako karta pro ovládání motorů, která byla vyvinuta již dříve pro jinou aplikaci. Dále byl využit blok pro detekci vzdálenosti, který byl zpracováván během letních prázdnin. Zbylé komponenty byly navrženy v rámci bakalářské práce a jejich zapojení konzultováno s vývojovým oddělením firmy SEAL ELECTRONIC, obdobně jako celé mechanické řešení.



Obr. 4.1: Blokové schéma

4.1 Měřicí deska

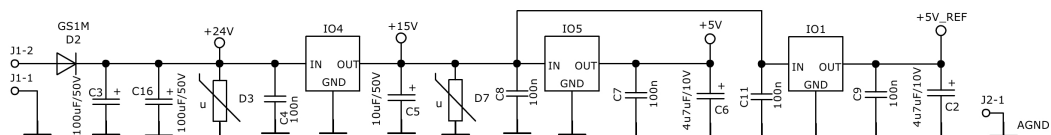
Základním blokem celého systému se stala měřící deska, jejíž celé schéma je uvedeno v příloze B. Ale pro větší přehlednost budou jednotlivé jeho části přiloženy při jejich bližším popisu.

Tato část zařízení má za úkol měřit jednotlivé sledované parametry, jako jsou odebírané proudy, perioda ventilových impulsů a jejich šířka, indikace poklesu napětí. Celý systém je řízen mikrokontrolérem PIC16F747 v pouzdře QFP (Quad Flat Package) [2].

Je použit pro:

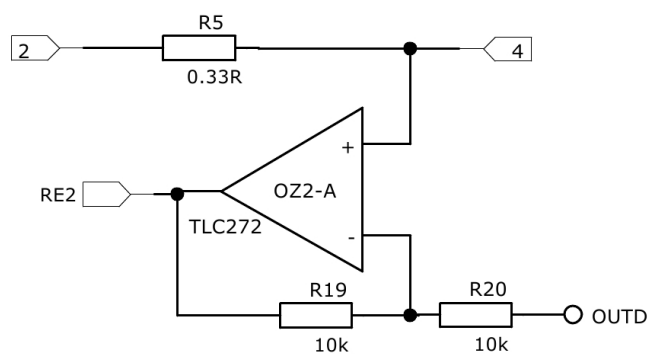
- vyhodnocování impulsů pro elektromagnetický ventil
- spínání MOSFET tranzistorů pro výběr měřicího rezistoru pro měření proudu
- měření proudu pomocí A/D převodu
- generování napěťových úrovní pro komparátory a napájení senzoru
- komunikace s počítačem přes rozhraní RS-485

Zařízení je napájeno stejnosměrným napětím 24 V, které je stabilizátory LM7815, LM7805 a LP2950-5 sníženo na napětí 15 V a 5 V pro jednotlivé části zařízení. Pětivoltová větev stabilizátoru LP2950-5 slouží pouze pro napájení mikrokontroleru, z důvodu vyšší přesnosti pro A/D převodník. Druhá větev slouží k napájení D/A převodníku, stabilizátor LM7815 generuje napětí pro komparátory a operační zesilovače. Z důvodu ochrany obvodu proti napěťovým špičkám je na vstupu umístěn tranzil SMAJ26CA. Dioda GS1M chrání obvod před přepólováním. Toto zapojení je uvedeno na obrázku 4.2.



Obr. 4.2: Napájecí obvod

Operační zesilovač slouží k zesílení úbytku napětí na rezistorech R15 a R48, který je následně A/D převodníkem mikroprocesoru vzorkován a vyhodnocován viz. obrázek 4.3. Na jeho výstupu je maximální napětí 5 V. Zapojení se využívá pro měření odebíraného proudu. Při spuštění měření mikrokontrolér připojí na port RB2 logickou nulu, čímž dojde k rozepnutí tranzistoru T3 a sepnutí T2. Proud protéká rezistorem R15 o hodnotě 8,2 k Ω , na kterém proudové impulsy vysílací diody senzoru vytvářejí úbytek napětí. V případě měření proudu za připojení opačné polarity napájecího napětí, je na hradlo tranzistoru T7 přivedena logická jednička odpovídající 5 V. Tranzistor se sepne, čímž se sepne tranzistor T6 a proud protéká rezistorem R48 o hodnotě 8,2 Ω , což umožňuje měření proudu v miliampérech. Zapojení je opět uvedeno na obrázku 4.4.

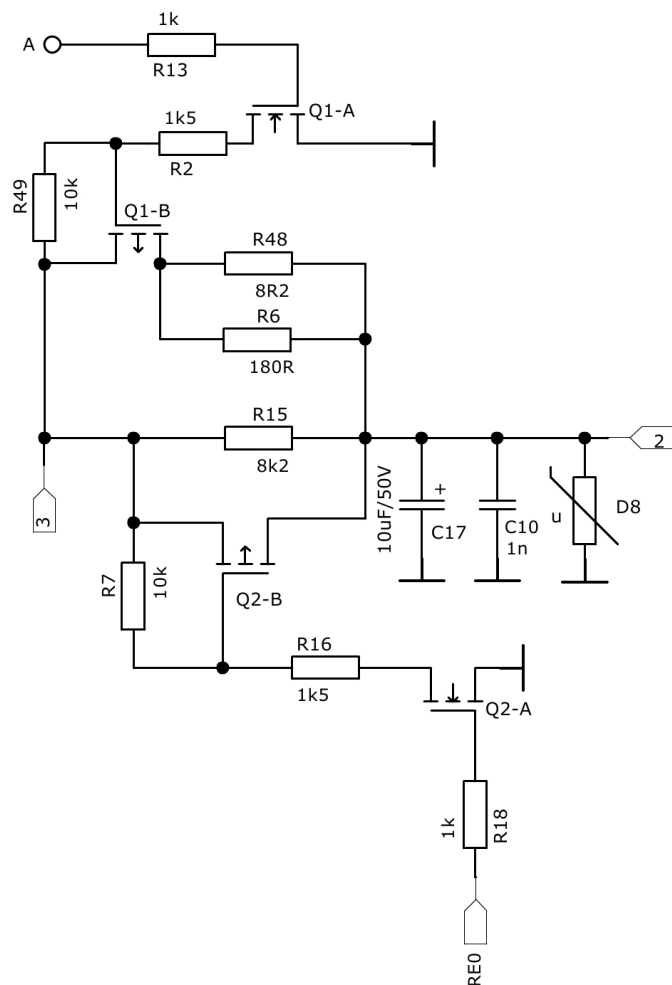


Obr. 4.3: Zesilovač úbytku napětí na R48 a R15

4- připojeno k H-můstku

2- připojeno na měřící rezistor

OUTD- výstup D/A převodníku



Obr. 4.4: Zapojení pro měření proudu

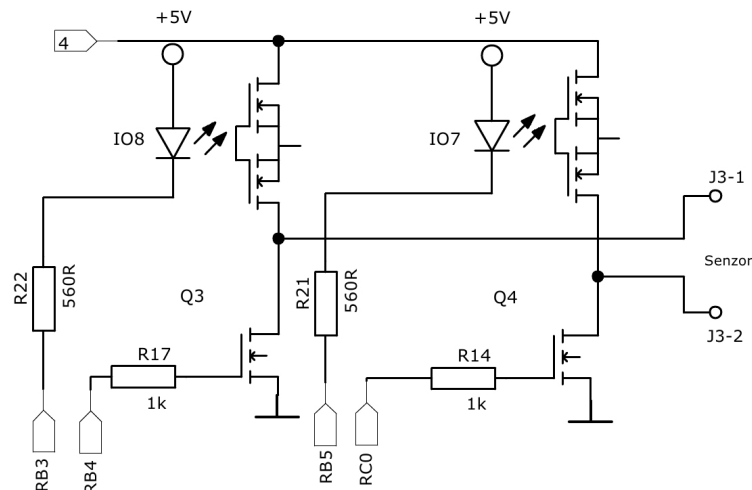
Výstupy na obrázku:

2- připojeno k H-můstku

3- připojeno na posílený výstup D/A převodníku

RE0- port mikrokontroléru

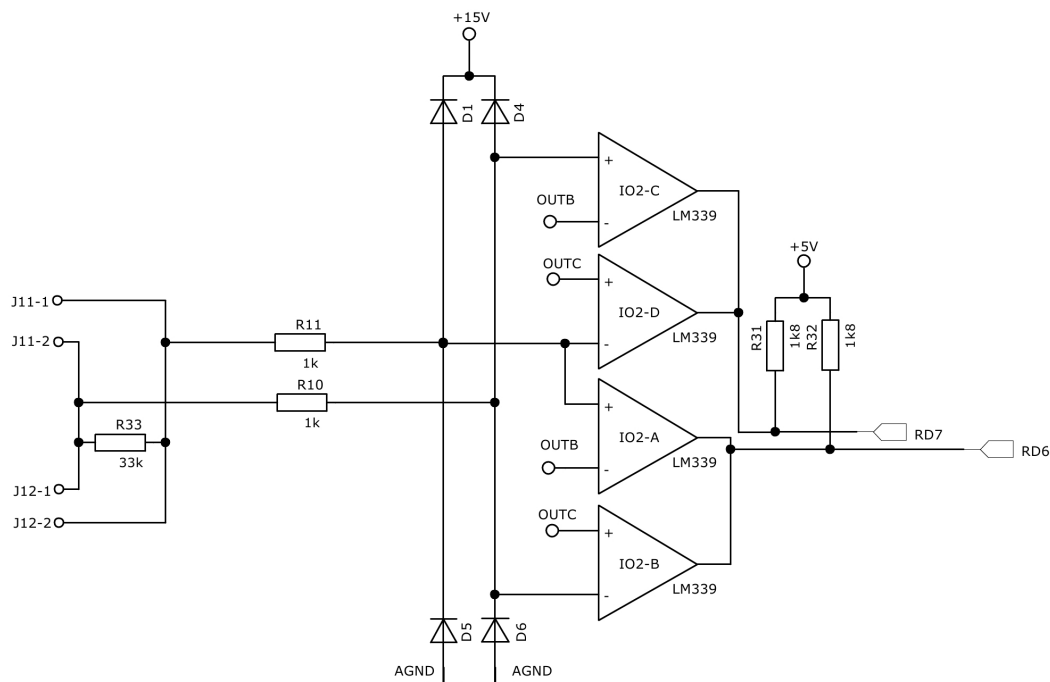
Změna polarity je realizována pomocí H-můstku složeného z N-MOS tranzistorů a SSR ovládaných mikrokontrolérem. Toto zapojení bylo využito z důvodu minimálního proudového zatížení napájecí větve senzoru obr.4.5.



Obr. 4.5: H-můstek pro změnu polarity

RB3-RB5,RC0- porty mikrokontroléru

Měření periody a šířky pulsů generovaných senzorem pro elektromagnetický ventil je realizováno pomocí komparátorů LM339. Jedná se o komparátory s otevřeným kolektorem, proto je nutné jejich výstupy připojit rezistorem k napájení. Na piny J4-1 a J5-1 se připojí ventilový výstup senzoru a na piny J6-1 a J1-1 se jako zátěž umístí elektromagnetický ventil. Tento signál se sestává ze dvou po sobě jdoucích impulsů, každý z impulsů je přiveden na jednu elektrodu. Každému impulsu přísluší dvojice komparátorů, pracující v důsledku jako logický součin. Přejde-li na komparátor IO2-C impuls o vyšší amplitudě než 8 V a zároveň na komparátor IO2-D napětí nižší než 1 V na výstupu se objeví napěťový impuls, jehož šířka je následně měřena mikrokontrolérem. Obdobně je tomu i u impulsu vypínacího. Napěťové úrovně jsou generovány pomocí D/A převodníku AD5504 [1]. Výsledné zapojení je uvedeno na obrázku 4.6.

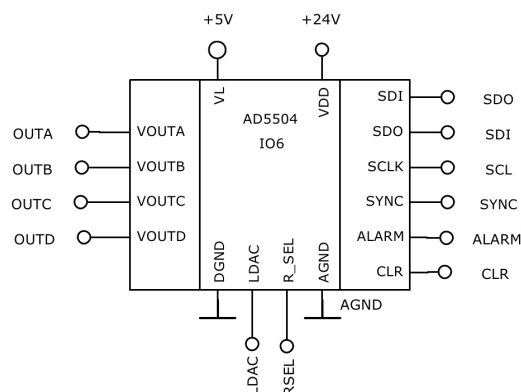


Obr. 4.6: Měření šířky impulzů

Výstupy na obrázku:

4,5- připojeno na vstupy mikrokontroléru

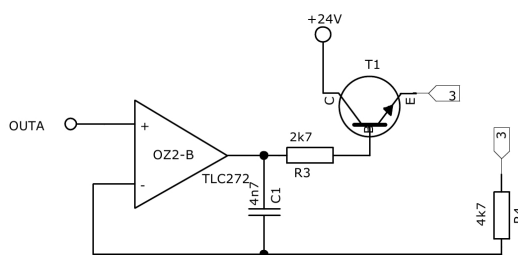
Měření poklesu napětí, generování napájecího napětí pro senzor a napětových úrovní pro komparátory je řešeno pomocí D/A převodníku AD5504 [1]. Převodník disponuje čtveřicí výstupů, dva jsou využity pro komparátory, jeden pro převod napájecího napětí senzoru na pětivoltovou úroveň a poslední pro napájení senzoru. Díky malému výstupnímu proudu je výstup napájení senzoru proudově posílen zapojením emitorového sledovače na obrázku 4.8. Schéma zapojení D/A převodníku je uvedeno na následujícím obrázku 4.7.



Obr. 4.7: proudové posílení výstupu D/A převodníku

Výstupy na obrázku:

OUTA-D připojeno na vstupy komparátorů, napájení senzoru a vstup OZ
ostatní vstupy a výstupy jsou připojeny na porty mikrokontroléru



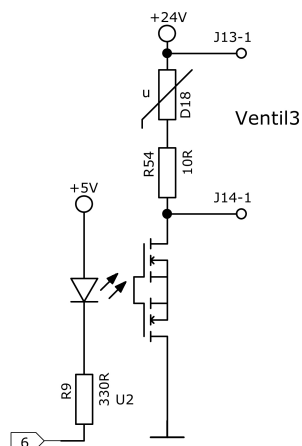
Obr. 4.8: D/A převodní AD5504

Výstupy na obrázku:

3- připojeno na měřící rezistor pro měření proudu

OUTA - výstup D/A převodníku

Na této desce jsou umístěny také spínací prvky například pro spínání elektromagnetických ventilů mechanické části. Nakonec však bylo mechanické řešení změněno a tyto výstupy nejsou využívány, ale je možné je po změně software, kdykoli využít. Výstupy jsou zároveň galvanicky odděleny pomocí SSR. Zapojení je uvedeno na obrázku 4.9.

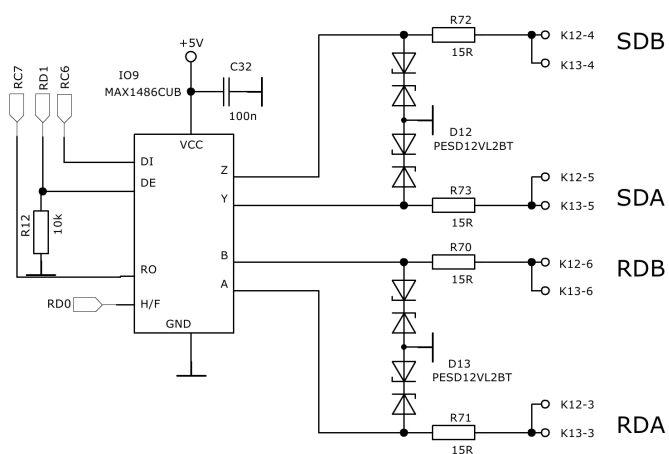


Obr. 4.9: Spínání elektromagnetického ventilu

Výstupy na obrázku:

6 - připojeno na vstup mikrokontroléru

Posledním blokem celého zapojení je komunikace přes rozhraní RS-485. Ta je realizována UART komunikací, kterou zprostředkovává mikrokontrolér PIC16F747. Pro komunikaci přes RS-485 slouží převodník úrovní MAX1486CUB pracující jako převodník úrovní. Celé schéma obvodu je uvedeno na obrázku 4.10.

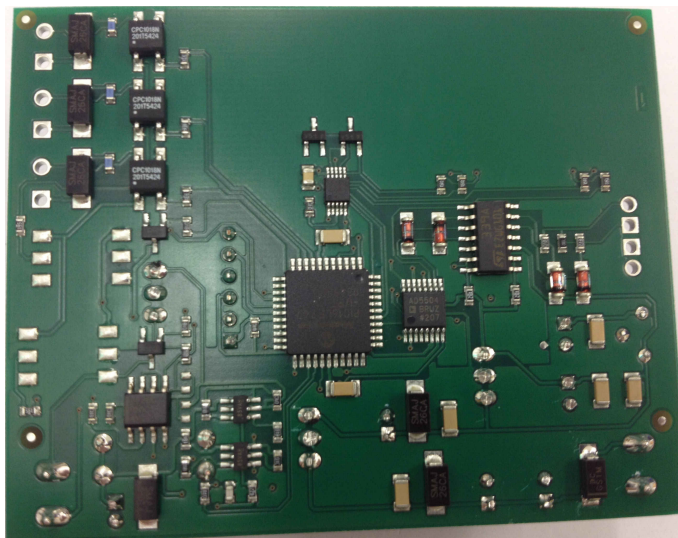


Obr. 4.10: Komunikace

Výstupy na obrázku:

1,2,3,4 - připojeno na vstup mikrokontroléru

Celý tento blok byl nově navržen, jeho kompletní schéma je uvedeno v příloze G a na následujícím obrázku je uveden výsledný layout včetně konečné podoby vyrobené a plně osazené DPS. DPS byla navrhována v prostředí PADS, který zadávající firma využívá. Uvedené obrázky v příloze jsou výstupy z tohoto SW 4.11.



Obr. 4.11: DPS strana SMD součástek

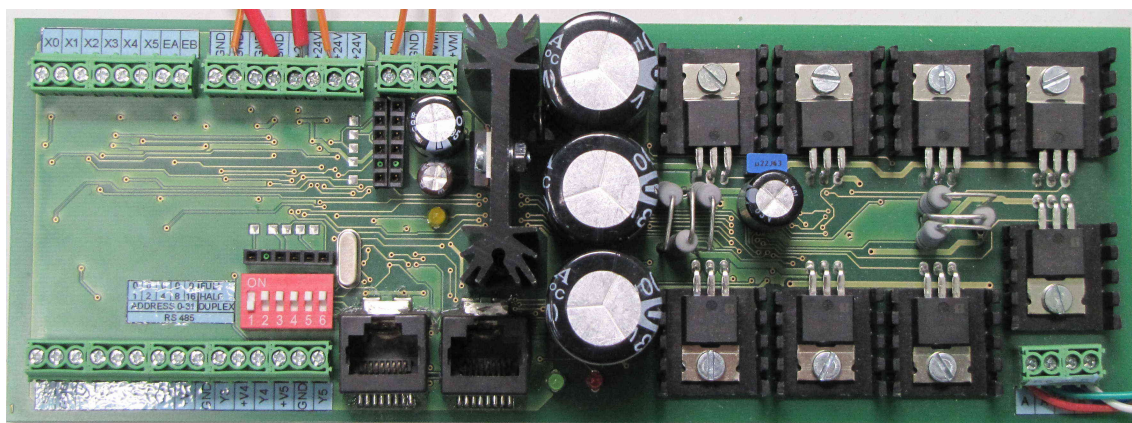
4.2 Deska ovládání krokových motorů

Pohyb papírové odrazové plochy, Gray card, je realizovaný mechanicky pomocí posuvu lineárního stolku po vodící tyči. Stolek je připevněn k ozubenému řemenu. Jako pohon byl zvolen krokový motor Nema 23 ovládaný následující elektronikou.

Základem celého bloku jsou dva mikrokontroléry firmy Microchip dsPIC30F3011-201/PT a dsPIC30F3014-201/PT, první zmiňovaný slouží k ovládání krokových motorů a druhý ke komunikaci přes sběrnici RS-485. Celý obvod je napájen z 24 V zdroje. Využité procesory pracují při napětí 5 V. Napájení je realizováno pomocí pěti-voltového stabilizátoru LM78S05 v pouzdře TO220, zvoleného z výkonových důvodů, z důvodu lepšího odvodu tepla, většímu možnému ztrátovému výkonu a maximálnímu proudu. Napájení je indikováno LED diodou a jako ochrana proti rozkmitání jsou na vstupu i výstupu umístěny keramické kondenzátory o kapacitě 100 nF a elektrolytické kondenzátory 47 μ F.

Výstupy pro řízení krokového motoru jsou galvanicky odděleny pomocí SSR ACPL-244 a posíleny spínacím darlingtonovým tranzistorem FZT603. Řadič je vybaven 8 vstupy sloužícími k nastavování jednotlivých parametrů, jako například externí nulování krokového čítače. Ten nastaví odkud bude zařízení počítat kroky motoru.

Druhý mikrokontrolér slouží pouze pro komunikaci s okolím přes rozhraní RS-485, mikrokontrolér komunikuje přes rozhraní UART, proto je v obvodu zapojen převodníkem úrovní MAX1486CUB. Adresa je nastavena pomocí přepínače DS-D6 LNJ-7.



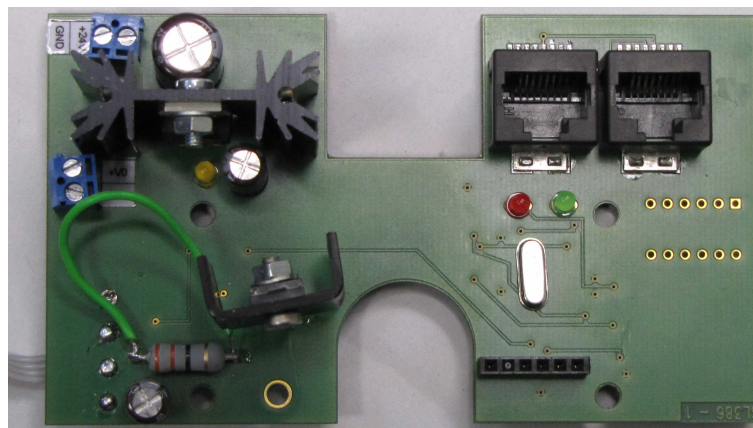
Obr. 4.12: Výsledný vzhled desky pro ovládání krokových motorů

4.3 Deska pro detekci vzdálenosti

Každý senzor indikuje přítomnost předmětu před optoprvky pomocí červené LED diody. To je vhodné pro ruční měření, ale detekce LED diody v kontinuálním režimu na větší vzdálenost, je obvodově mnohem složitější a nepřesná. Proto software v senzorech bude aktualizovaný tak, aby při detekci objektu vyslal charakteristických 8 bitů pomocí IR diody, které přijme fotodiody nebo fotodiody tohoto bloku.

Celý blok je řízen mikroprocesorem firmy Microchip dsPIC30F4013A-201/PT s frekvencí externího oscilátoru 10 MHz. Napájení je řešeno pomocí obvodu stabilizátoru napětí LM78S05, výstupní napětí je tedy 5 V. LED dioda na výstupu je pouze na indikaci napájení. Z důvodu odstínění možných falešných signálů v analogovém

obvodu, jsou od sebe jednotlivé napájecí větve důsledně odděleny pomocí tantalových a keramických filtračních kondenzátorů, které tvoří značnou část výsledného zapojení. Analogovou část reprezentuje fotodioda VEMD2020X01, jejíž signál je zesilován diferenčním zapojením operačního zesilovače MCP602-I/SN firmy Microchip. Druhý operační zesilovač slouží jako tvarovač signálu, který tvoří obdélníkový průběh z přijatého signálu. Mikrokontrolér signál vyhodnocuje a odesílá do počítače. Zároveň generuje signál pro vysílací IR diodu SFH409-2 nahrazující dálkový ovladač pro nastavení požadované citlivosti senzoru. Digitální část je ovládána mikroprocesorem na jehož porty je připojen integrovaný obvod MAX1486CUB sloužící k převodu UART komunikace na komunikaci přes rozhraní RS-485. Diody jsou učeny pouze k indikaci komunikace. Galvanicky oddělený výstup pomocí SSR není využit, protože veškeré informace jsou posílány přes rozhraní RS-485. Výsledná osazená DPS je na obrázku 4.13.



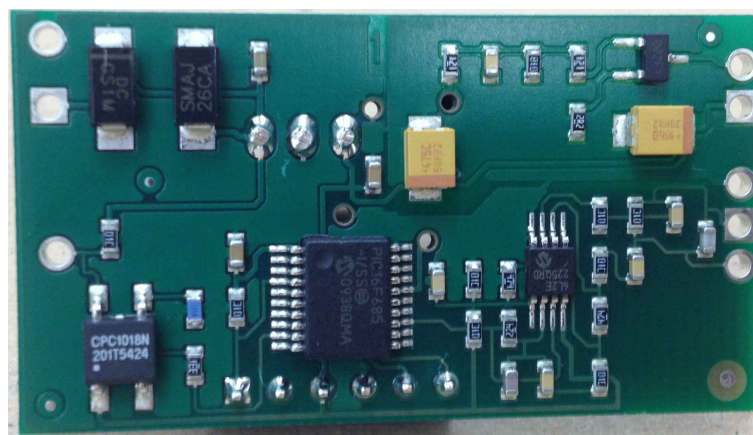
Obr. 4.13: DPS horní strana

Základní funkce obvodu je přijetí signálu vyslaného IR diodou senzoru, jeho následné zesílení, zpracování mikrokontrolérem a přenesení informace přes rozhraní RS-485. V případě, že bude nutné upravit citlivost senzoru, vyšle zařízení sérii impulzů prostřednictvím IR diody čímž nastaví požadovanou citlivost. Schéma obvodu je na obrázku 4.10 a celé zapojení je uvedeno v příloze D.

4.4 Nastavení nulové polohy krokového motoru

Obvod slouží pouze k nastavení nulové polohy terče na lineárním posuvu. Základem toho obvodu je opět mikroprocesor firmy microchip PIC16F685 [2], zastupující digitální část celého bloku, která zpracovává signál přijatý fotodiodou. Ten je následně zesílený diferenčně zapojeným operačním zesilovačem, pro vyšší přesnost měření je použit tvarovač signálu na obdélníkový. Dále generuje pulsní signál spínající IR diodu tvořící druhou část optozávory. Pro nastavení nuly se jezdec pohybuje na začátek posuvu, ve chvíli, kdy fotodioda přestane detekovat signál, vyšle mikroprocesor napěťový impulz na jeden ze vstupů bloku, který řídí krokový motor, ten vynuluje interní čítač a jednotlivé kroky motoru se budou počítat od toho bodu. Jelikož pro vstupy karty řídící krokové motory je logická jednička reprezentována 24 V je nutné výstup mikrokontroléru k tomuto napětí spínat, jak je uvedeno v příloze E.

Konečný vzhled osazené DPS je uveden na následujícím, obrázku 4.14. Kompletní návrh a jednotlivé výstupy z návrhového prostředí PADS jsou uvedeny v příloze H.



Obr. 4.14: DPS horní strana

4.5 Komunikace

Komunikace celého systému je řešena pomocí průmyslového rozhraní RS-485. Důvodem využití toho systému je již jeho zavedenost ve výrobě, kdy ostatní zařízení tohoto

rozhraní již využívají. Dalším důvodem je využití některých již navržených zařízení, která tímto způsobem komunikují což usnadňuje výsledný návrh.

Jednotlivé bloky budou spojeny s počítačem, který bude vyhodnocovat veškeré příchozí informace a provádět dodatečná nastavení vzdálenosti, spouštět jednotlivá měření a zaznamenávat veškerá data dle výrobního čísla do souboru, pro lepší kontrolovatelnost výrobního procesu.

4.6 Softwarové řešení

Důležitou součástí celého designu je také softwarové řešení, které slouží jak k ovládání celého pracoviště pomocí počítače, tak jako firmware pro mikrokontroléry, které ovládají jednotlivé bloky. Protože vybrané procesory jsou firmy Microchip, bylo využito vývojového prostředí MPLAB IDE a to v programovacím jazyce C. Software pro počítač byl navržen v návrhovém prostředí Microsoft Visual Studio v programovacím jazyce C++. V této práci byl navrženo software pro blok měřící karty, optické závory a pro počítač. Základní části kódu budou popsány v následující kapitole. Celý kód pro jednotlivé procesory je uveden v přílohách.

4.6.1 Měřící deska - software

Firmware pro tento blok je rozdělen do několika bloků, knihoven, které vykonávají jednotlivé operace jako například:

- ADC.h -A/D převodník pro měření proudů
- Mustek.h -slouží ke změně polarity napájecího napětí senzoru
- Init.h -Inicializace proměnných
- SpiDa.h -SPI komunikace s D/A převodníkem a nastavení napěťových úrovní
- timer.h -Nastavení timeru pro měření ventilových impulzů
- timer1.h -Nastavení timeru pro měření periody odebíraného proudu
- Uart.h -Slouží ke komunikaci s počítačem po rozhraní UART

Kompletní firmware je umístěn v příloze I.

knihovna ADC.h

Jako je uvedeno ve výčtu funkcí výše, tato knihovna slouží k měření proudu odebíraného senzorem, který tvoří úbytky napětí na rezistoru. Toto napětí je převodníkem vzorkováno. Protože je odebíraný proud pulzní, převodník nejdříve vzorkuje s vysokou frekvencí, aby našel proudový pulz. Následně spustí timer, který je vypnut až po nalezení dalšího pulzu. S touto periodou převodník poté vzorkuje odebíraný proud a jednotlivé vzorky ukládá. Do počítače na konec odesílá pouze průměrnou hodnotu.

knihovna Mustek.h

Tato knihovna slouží pouze ke změně polarity napájecího napětí senzoru. Změna polarity proběhne dle toho, s jakým parametrem je funkce zavolána. Vždy nejdříve dojde k rozepnutí všech prvků, to znamená tranzistorů a SSR (Solid State Relay), setrvání 5 ms v rozepnutém stavu, aby nemohlo dojít ke zkratu. Následně proběhne samotná změna polarity. Této funkce se využívá pouze při měření odebíraného proudu.

knihovna SpiDa.h

Jedná se o velmi důležitou funkci, která slouží ke komunikaci s D/A převodníkem po seriovém rozhraní SPI. Při každém spuštění měření nebo kalibrace, tato funkce nastaví na všechny čtyři výstupy převodníku požadované napěťové úrovně. Napájení senzoru, napěťové úrovně pro komparátory a napětí přivedené invertující vstup operačního zesilovače k převedení napájecího napětí senzoru na pět voltů. Pro nastavení každého výstupu je nutné odeslat šestnáctibitové slovo obsahující adresu, bit pro čtení či zápis a dvanáctibitově reprezentované požadované napětí. Funkce nejdříve naplní pracovní registry D/A převodníku určující zda bude možné jednotlivé výstupy zapnout pulzem na vstupu LDAC. Po naplnění všech registrů dojde k přenesení napětí na výstup pomocí impulzu přivedeného na vstup LDAC. Jednotlivé napěťové úrovně jsou dopočítávány z hodnoty napájecího napětí (UOUTA) senzoru. To je posláno uživatelským rozhraním z počítače. Minimální

napětová úroveň (UOUTC) je konstatně 1 V. Maximální (UOUTB) je o jeden volt nižší než napájecí napětí. UOUTD je spočteno dle následujícího vzorce.

$$UOUTD = (2UOUTA) - 5 \quad (4.1)$$

knihovny timer.h, timer1.h

Tyto funkce jsou takřka identické, využívají pouze různé timery, první uvedená využívá timer2 a druhá timer1. Obsahují pouze inicializaci jednotlivých timerů a jejich spouštění. Jsou využívány k měření periody ventilových impulzů a odebraného proudu. Při měření ventilových impulzů čeká mikroprocesor na nástupnou hranu signálu. Následně spustí timer, který je zastaven při hraně sestupné. Naměřená šířka impulzu je odeslána do počítače.

knihovna UART.h

Knihovna UART se stará o komunikaci s počítačem skrze seriové rozhraní RS-485. Inicializuje komunikaci, obsahuje funkce pro příjem a posílání dat, zároveň slouží k výběru operace, kterou má měřicí deska provést po přijetí dané sekvence. To je realizováno pomocí struktury switch case, který po provedení dané operace odešle zpět sekvenci s naměřenými daty. Pokud není prováděno měření, veškeré periferie měřicí karty jsou nečinné, pouze komunikace nepřetržitě čeká na přijetí dat. Rozhraní komunikuje s počítačem s přenosovou rychlostí (baud rate) 19200. Tato rychlost byla vybrána z důvodu, že již dokončená karta pro ovládání krokových motorů komunikuje touto rychlostí.

4.6.2 Optická závora - software

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, optická závora slouží k nastavení nulového kroku krokového motoru. Toho je docíleno optickou komunikací mezi přijímačím a vysílačím infračervenou diodou.

Celý firmware se skládá ze dvou hlavních funkcí. Jedna se stará o generování pulzního signálu pro vysílací IR diodu a druhá o vyhodnocení zda se před přijmací diodou nachází či nenachází předmět.

Pulzní signál pro vysílací diodu je generován pomocí timeru nastaveného na frekvenci 20 kHz. Dioda je však spínána vysokým proudem, proto není možné ji s touto frekvencí trvale spínat. Z toho důvodu první funkce generuje vždy sled deseti impulzů. Jednotlivé sledy jsou generovány s periodou 50 ms.

Tento signál je přijat přijmací diodou, pokud je mezi diodami předmět, je napětí na portu mikrokontroléru 2,5 V. V případě že je přijmán signál, mění se napětí z 0 V na 5 V. Toho využívá převodník A/D, který vzorkuje přijmaný signál. Pokud je signál v maximálním rozkmitu, je na nulovacím výstupu 0 V. V případě, že napětí klesne pod definovanou úroveň směrem k 2,5 V vyšle mikrokontrolér jeden nulovací impulz. Další impulz může být vyslán až v případě, že signál přijmaný diodou je opět v maximálním rozkmitu od 0 V do 5 V.

Kompletní firmware pro blok optické závory je opět umístěn v příloze J.

4.6.3 Uživatelské rozhraní

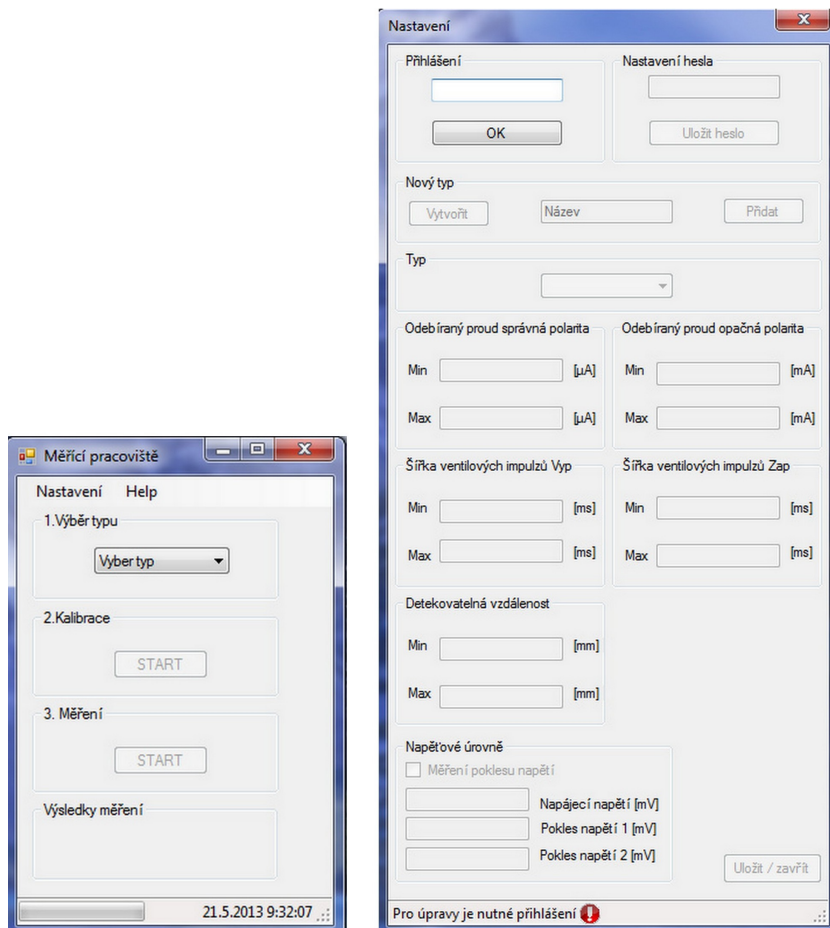
Druhou částí softwarového řešení je uživatelské rozhraní pro počítač. To slouží k jednoduchému ovládání celého pracoviště, kdy pracovník pouze vybere měřený typ senzoru pomocí roletky a následně už stačí pouze spustit počáteční kalibraci měřícího pracoviště nebo samotné měření. Pracovník pouze spustí měření a všechny další operace provádí pracoviště automaticky. Obsluha je průběžně informována o stavu měření nebo případných závadách na měřeném senzoru. Ty jsou všechny zaznamenávány do souboru pro lepší kontrolovatelnost výrobního procesu.

Rozhraní je rozděleno do dvou uživatelských úrovní. Jedna pro obsluhu, kdy je možné pouze spouštět jednotlivá měření a kalibrace, bez možnosti dalšího nastavení. To umožňuje druhá úroveň určená pro vedoucího výroby. Zde je možné nastavovat hraniční parametry pro jednotlivé senzory, nebo případně přidávat nové. Tato úroveň je chráněna přístupovým heslem, aby bylo minimalizováno riziko neoprávněné změny jednotlivých parametrů.

Jednotlivé typy senzorů jsou uloženy do souboru. Jednotlivé parametry jsou uloženy do příslušných proměnných, se kterými jsou při měření porovnávány měřené hodnoty. Seznam všech senzorů je umístěn obdobně v souboru, ten je načten při spuštění programu a jeho obsahem je naplněna roletka pro výběr typu.

Z hlediska softwarového je hlavní okno programu zastoupeno funkcemi pro porovnání měřené hodnoty s hodnotami hraničními. Pro každou měřenou veličinu existuje vlastní porovnávací funkce. Pokud se naměřená hodnota neshoduje, program informuje pracovníka o chybě, zastaví měření a zároveň přidá záznam o chybě do souboru. Název souboru je složen z data měření a měřeného typu senzoru. Jednotlivé záznamy jsou pak přidávány spolu s časovým údajem a povahou chyby. Dalším z parametrů je nastavení napájecího napětí a případných napěťových úrovní pro měření detekce poklesu napětí. Napájecí napětí a to zda u senzoru probíhá měření poklesu napětí je uvedeno spolu s dalšími parametry v souboru. Rozhraní vždy pošle do měřicí karty napájecí napětí. Ostatní napěťové úrovně si karta sama spočte. Sekvence jednotlivých měření je navržena tak, aby při poruše senzoru byl minimalizován počet měření nutný k odhalení chyby. Proto jako první probíhá měření proudu a ventilo- vých impulzů, kde se prověří základní funkce senzoru. V případě, že měřený proud neodpovídá, a to buď z důvodu výrobní vady nebo vadných vysílacích diod, neprobíhá již další měření a senzor je podroben bližšímu zkoumání. Pokud jsou tyto veličiny v pořádku, program přistoupí k měření detekovatelné vzdálenosti. Do karty krokových motorů je odeslán příkaz k pohybu odrazného terče. Terč se začne pohybovat směrem k senzoru. Současně je aktivována karta komunikace. V okamžiku, kdy senzor detekuje odrazný terč, je posuv zastaven a údaj o vzdálenosti je odeslán k vyhodnocení. Pokud se vzdálenost neshoduje, po změně citlivosti senzoru měření probíhá znovu a to maximálně čtyřikrát. Jako poslední je měřen pokles napětí, pokud je vybrán. Počítač pošle příkaz k nastavení napětí měřicí kartě. Následně kartě komunikace, aby detekovala zda senzor indikuje pokles napětí. Pokud ano, pošle informaci zpět do počítače. Pokud ne probíhá měření znovu při nižším napětí. Celý zdrojový kód rozhraní je uveden v přílohách K a L.

Rozhraní je také doplněno o nápovědu, která pracovníkovi poradí, jak má měření probíhat nebo jak se má zachovat v případě, že nastane nějaký problém. Na následujících obrázcích je uveden vzhled rozhraní 4.15 a) a b).

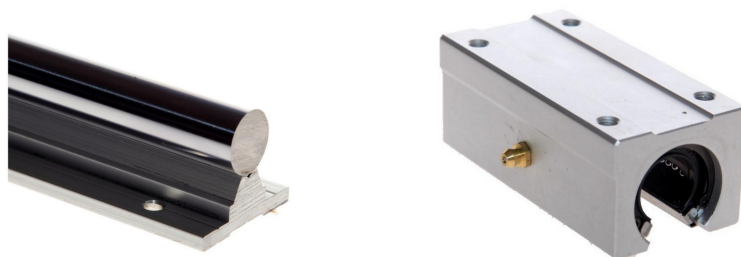


Obr. 4.15: a)Uživatelské rozhraní b)Nastavení

4.7 Mechanické řešení

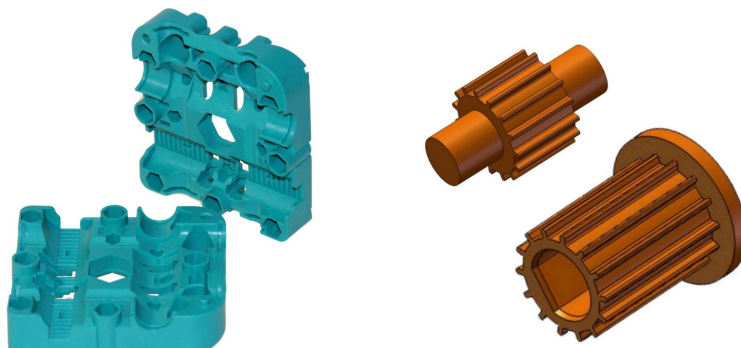
Poslední sekci návrhu automatického měřicího pracoviště, je jeho mechanická část. Především se jednalo o návrh systému posuvu odrazného terče. Tento design byl několikrát přepracován, to především z důvodu vysokých nároků na bezúdržbovost provozu a spolehlivost. Všechny komponenty byly vybrány od jediného dodavatele, firmy cnc.inshop.cz.

Nakonec byl posuv realizován pomocí lineárního vozíku s ložisky, pohybujícím se po vodící podepřené tyči. Tato kombinace zajišťuje minimální tření a vysokou přesnost pohybu. Tyč byla vybrána podepřená, protože při délce 2000 mm, by mohlo docházet k průhybu. Zároveň umožňuje zvolit menší průměr. Oba vybrané komponenty jsou uvedeny na následujících obrázcích 4.16 a) a b).



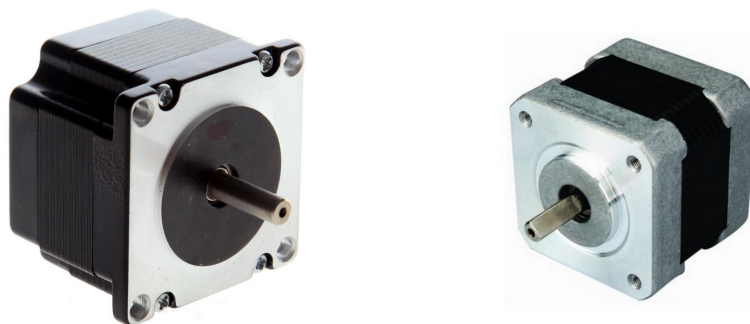
Obr. 4.16: a) Podepřená tyč b) Lineární pojez

Tato tyč je pevně přišroubována k dřevěné podložce pomocí vrtů. Na svrchní straně lineárního pojezdu je čtveřice otvorů, kam je našroubována základní plastová kazeta, ke které je připevněn ozubený řemen a následě i odrazný terč. Ozubený řemen slouží k pohonu samotného pojezdu a je hnán krokotkovým motorem. Na každé straně tyče je umístěna plastová kazeta. Na jednom konci je krokotkový motor s rozetou, který pohání řemen, na druhém pouze řemenice. Mezi těmito dvěma body je řemen napnut. Kazety a rozeta s řemenicí viz. 4.17 a),b).



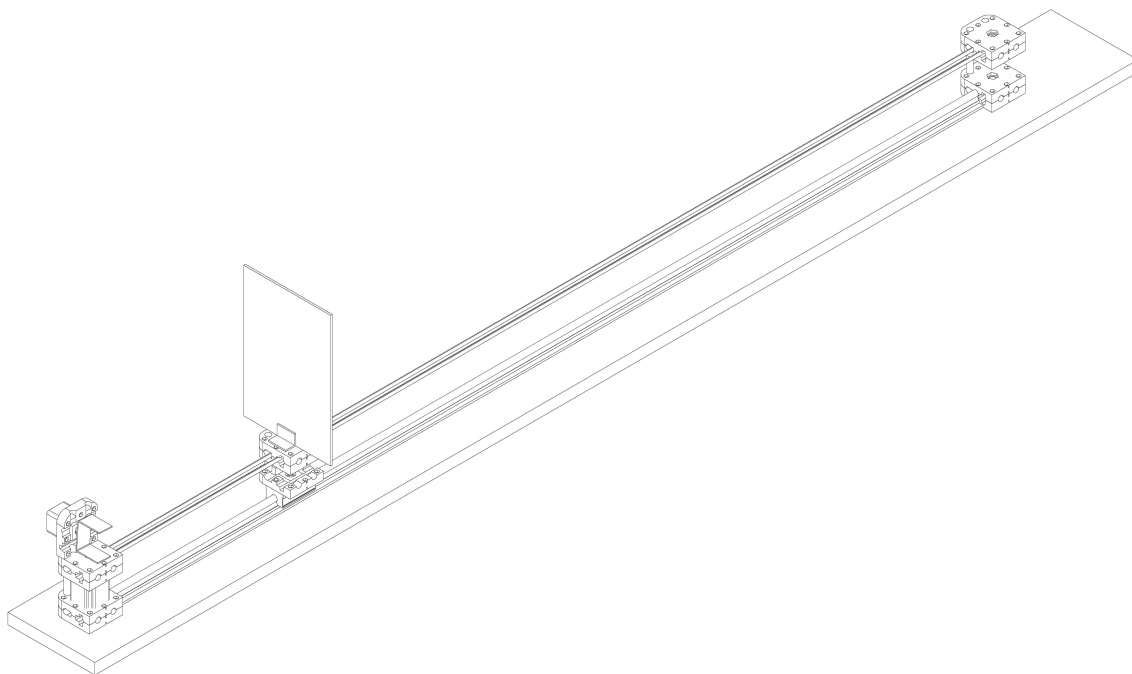
Obr. 4.17: a) Plastové kazety b) Rozeta a řemenice

Pro pohon je použit krokový motor, který je uveden spolu s motorem pro nastavení elevace senzoru na následujících obrázcích. 4.18 a),b). Odklonění senzoru od roviny podložky umožňuje snížení odrazů od okolního prostředí při měření v automatickém režimu. Druhý motor je opět upevněn v plastové kazetě, teď ale umístěné kolmo k podložce.



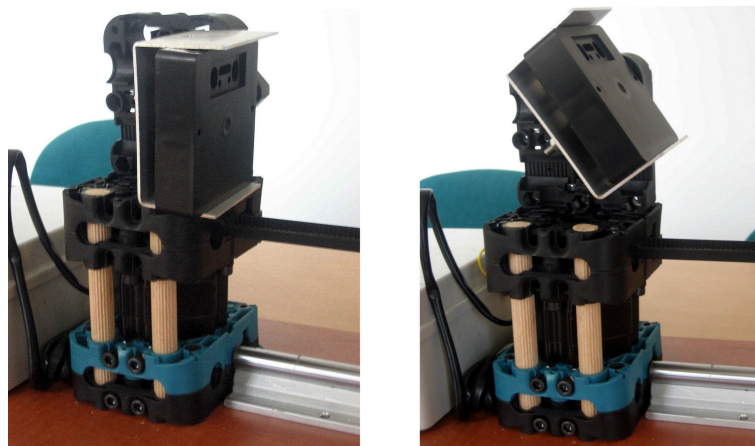
Obr. 4.18: a)Krokový motor pohonu b)Krokový motor elevace

Jedná se o první prototyp a proto docházelo k serii úprav a změn. Ale výsledný návrh je patrný z následujícího modelu 4.19.

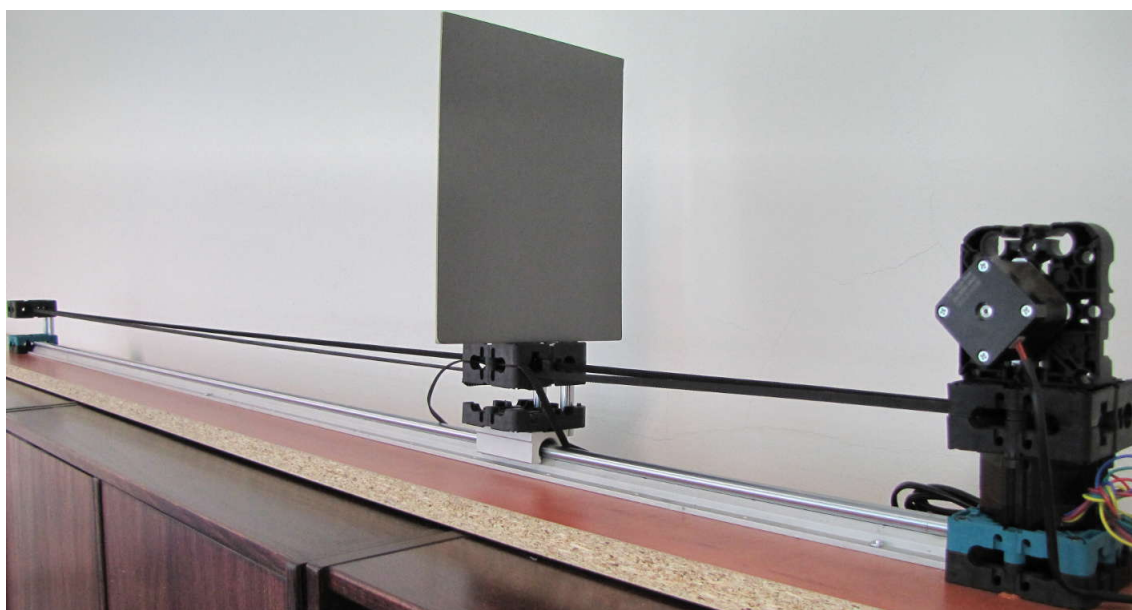


Obr. 4.19: Model mechanické části

Jak již bylo řečeno, při nastavování senzoru do automatického režimu dojde k jeho vyklopení. To je řešeno pomocí krokového motoru. Funkce je patrná z následujících obrázků 4.20 a) a b). Na Obrázku 4.21 je výsledná realizace posuvu odrazného terče.



Obr. 4.20: a)běžný režim b)automatický režim



Obr. 4.21: Realizace posuvu

5 ZÁVĚR

Předmětem bakalářské práce bylo vytvoření poloautomatického pracoviště pro měření optických senzorů v sanitární elektronice. Během řešení jsem se musel seznámit s funkcí optických senzorů pro sanitární elektroniku a parametry měřenými při výstupní kontrole těchto zařízení. V jednotlivých krocích jsem popsal funkce optických senzorů firmy SEAL ELECTRONIC s.r.o Lanškroun a doplnil o příslušné schéma.

Podrobně jsem popsal jednotlivé měřené parametry jako je detekovaná vzdálenost, odebíraný proud nebo šířky impulzů pro bistabilní elektromagnetický ventil. Jednotlivé způsoby měření jsem si prakticky vyzkoušel a dle interních norem popsaných v předchozí kapitole.

Po zmapování teoretických poznatků týkajících se funkce optických senzorů a měřených parametrů jsem se zabýval návrhem automatizovaného měřicího pracoviště, skládající se z měřicí desky, ovladače krokových motorů, detektoru vzdálenosti a optozávory použité pro nastavení nulové polohy krokového motoru. Navrhl jsem obvodová řešení pro měřicí desku a optickou závoru, která jsem následně přenesl do layoutu DPS. Jednotlivé desky plošných spojů byly osazeny, oživeny a doplněny o firmware. Návrhy a výsledné osazené desky jsou uvedeny výše v práci.

Dále jsem navrhl uživatelské rozhraní pro jednoduché ovládání celého měřicího pracoviště. Návrh proběhl v programu Microsoft Visual Studio v jazyce C++. Rozhraní komunikuje s jednotlivými bloky po seriové sběrnici RS-485, dává příkazy k jednotlivým typům měření a zaznamenává počty vadných kusů a povahu poruch.

V poslední části semestrálního projektu jsem se zabýval mechanickým řešením celého zařízení, které se skládá z posuvu odrazného terče umístěného na vozíku, který je umístěn na leštěných ocelových tyčích. Pohyb je realizovaný pomocí ozubeného řemene upevněného k uvedenému vozíku a hnaného krokovým motorem. Jednotlivé díly byly vyspecifikovány pro dlouhodobý a hlavně bezúdržbový provoz.

V současné době je vše hotové, ale v budoucnu se bude vytvořený SW dále upravovat dle potřeb výrobce. V práci na tomto zařízení budu nadále pokračovat a bude v nejbližší době zavedeno do výroby.

LITERATURA

- [1] Analog Devices. ANALOG DEVICES INC. [online]. 2013 [cit. 2013-22-5]. Dostupné z: <<http://www.analog.com/en/digital-to-analog-converters/da-converters/ad5504/products/product.html>>.
- [2] Microchip. MICROCHIP TECHNOLOGY INC. [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <<http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/family/8bit/>>.
- [3] SEAL ELECTRONIC S.R.O. Všeobecný kontrolní předpis. 6. vyd. Lanškroun, 2012.
- [4] SEAL ELECTRONIC S.R.O. Technická dokumentace SL541. 1. vyd. Lanškroun, 2012.
- [5] AMBROŽ, Jaromír Tester pro výstupní kontrolu spouštěče splachování: semestrální projekt. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav Mikroelektroniky, 2012. 45 s.

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

IR	infračervená z anglického InfraRed
SELV	bezpečné malé napětí z anglického Safety Extra Low Voltage
DPS	Deska Plošných Spojů
LED	svítivá dioda z anglického Light Emitting Diode
ICSP	programování v obvodu z anglického In Circuit Serial Programming
QFP	Quad Flat Package
A/D	Analogově Digitální
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
D/A	Digitálně Analogový
SSR	Solid State Relay

SEZNAM PŘÍLOH

- A Příklad zapojení optického senzoru
- B Schéma měřicího obvodu
- C Schéma zapojení ovladače krokových motorů
- D Schéma zapojení detekce vzdálenosti
- E Optozávora
- F Technická specifikace
- G Měřicí deska návrh
- H Optická závora návrh